

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-293551

(43)Date of publication of application : 23.10.2001

(51)Int.Cl.

B22D 19/00

B22D 19/08

B22D 23/00

F16B 37/00

(21)Application number : 2000-112791

(71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD

(22)Date of filing : 14.04.2000

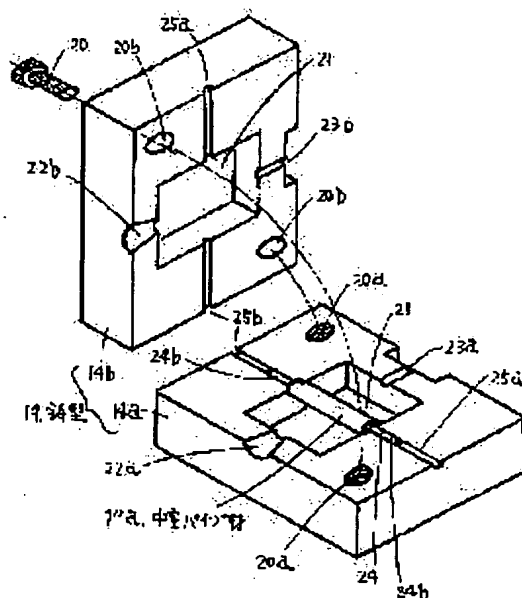
(72)Inventor : HIROE SEIICHI  
SATO ATSUSHI  
SHIBUYA YOSHITSUGU  
SATO MASAHIRO

## (54) METHOD FOR PRODUCING AMORPHOUS ALLOY-MADE MEMBER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for producing an amorphous alloy-made member by which a hole or a female screw hole can be formed even if they are not machined.

**SOLUTION:** In the production method for the amorphous alloy-made member for casting molten master alloy of the amorphous alloy, the master alloy is cast after laying a hollow pipe material having the same inner diameter as the desired hole in a mold, or, the master alloy is cast after laying a nut having the same female screw hole as the desired female screw in the mold.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-293551  
(P2001-293551A)

(43) 公開日 平成13年10月23日 (2001. 10. 23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 2 2 D 19/00

識別記号

F I

B 2 2 D 19/00

データベース\* (参考)

A

E

M

N

Y

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2000-112791(P2000-112791)

(22) 出願日

平成12年4月14日 (2000. 4. 14)

(71) 出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都西東京市旧無町六丁目1番12号

(72) 発明者 廣江 誠一

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

チズン時計株式会社技術研究所内

(72) 発明者 佐藤 修司

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

チズン時計株式会社技術研究所内

(72) 発明者 渋谷 義継

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

チズン時計株式会社技術研究所内

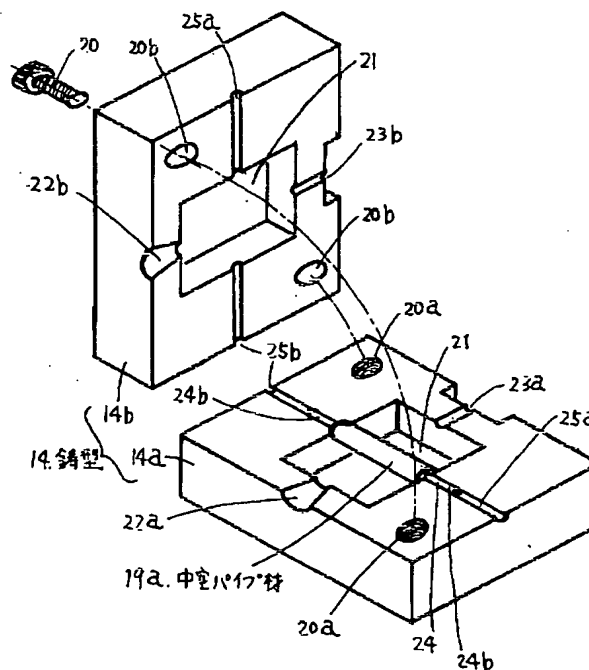
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アモルファス合金製部材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 穴または雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材の製造方法において、穴や雌ネジ穴を切削加工で形成しなくても、穴や雌ネジ穴が形成可能なアモルファス合金製部材の製造方法を提供する。

【解決手段】 融解したアモルファス合金の母合金を鋳型に鋳込むアモルファス合金製部材の製造方法において、所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材を鋳型中に仕込んでおいてから、母合金を鋳込む。または、所望の雌ネジ穴と等しい雌ネジ穴を有するナットを鋳型中に仕込んでおいてから、母合金を鋳込む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 別工程によって製造された部材の一部分を鋳型中に仕込む工程と、鋳型中に仕込んだ部材の一部分の周囲へ母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材を鋳造する工程とを有し、別工程によって製造された部材の一部分を有するアモルファス合金製部材を製造することを特徴とするアモルファス合金製部材の製造方法。

【請求項2】 融解したアモルファス合金の母合金を鋳型に鋳込んで急冷鋳造して穴を有するアモルファス合金製部材を製造する方法であって、鋳型中の穴位置には所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材を仕込んでおいてから、前記中空パイプ材の周囲に母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材を鋳造し、前記中空パイプ材の中空部からなる穴をアモルファス合金製部材中に形成することを特徴とするアモルファス合金製部材の製造方法。

【請求項3】 融解したアモルファス合金の母合金を鋳型に鋳込んで急冷鋳造して雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材を製造する方法であって、鋳型中の雌ネジ穴位置には所望の雌ネジ穴と等しい雌ネジ穴を有するナットを仕込んでおいてから、前記ナットの周囲に母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材を鋳造し、前記ナットの雌ネジ穴からなる雌ネジ穴をアモルファス合金製部材中に形成することを特徴とするアモルファス合金製部材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アモルファス合金からなる部材の製造方法に関する。さらに詳しくは、穴を有するアモルファス合金製部材、雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】アモルファス合金は、その名が示す通り結晶構造をとらない非晶質な合金であり、通常の結晶質の金属材料に比べて、非晶質であるが故に耐食性に優れ、なおかつ高い硬度と強度とを有するという特性がある。近年は、これらの特性に着目して、多岐の分野にわたる応用が期待または展開されている。

【0003】アモルファス合金は、通常、多元素から成る合金であって、原子の配置が不規則に乱れた液体状態の原子配列のままに固化している合金あり、上述した様に結晶構造をとらない非晶質な合金である。

【0004】この様なアモルファス合金を作製する方法としては、結晶質の多元素合金を融解して液体状態にし、原子配列が不規則に乱れている液体状態から一気に強制的に急冷する方法が一般的に採られている。すなわち、液体状態からの急冷によっては、不規則に乱れている原子配置が規則的な配列に移行して結晶化してしまう間髪を与えずに、不規則に乱れている原子配置を保持したままに一瞬で固化せしめている訳である。

【0005】但し、ここで現実的には、如何なる多元素合金でも融解して液体状態から一気に強制急冷すればアモルファス合金が得られるという訳ではなく、多元素合金の元素の組み合わせや組成比によっては、アモルファス合金に成り易い多元素合金もあれば、アモルファス合金に成り難い多元素合金もある。ちなみに、アモルファス合金に成り易い、あるいはアモルファス合金に成り得る多元素合金の代表例としては、ジルコニウム系アモルファス合金（組成：ジルコニウム55at%、アルミニウム10at%、ニッケル5at%、銅30at%）や、パラジウム系アモルファス合金（組成：パラジウム40at%、銅10at%、ニッケル10at%、リン20at%）などがあり、知られている。

【0006】以下には、上述したアモルファス合金の作製方法を、手順を追って、より具体的に説明する。

【0007】まず最初の工程は、複数の元素を高周波誘導電気炉またはアーク融解装置などを使って融解し、複数の元素を均一に混合させた後に、冷却して凝固させ、母合金を作製する。なお、ここで用いる高周波誘導電気炉あるいはアーク融解装置などは、融解した試料を強制的に急冷する手段を有していない。よって、ここでの冷却は、自然な放熱による冷却速度の遅い冷却となる。したがって、ここで作製された母合金状態の段階においては、まだアモルファス合金ではなくて、原子配置が規則的な配列に移行した結晶質の合金となっている。

【0008】次は、上記の工程で作製した結晶質の母合金を非晶質化してアモルファス合金にする工程であるが、図面を基に説明する。

【0009】図2は、結晶質の母合金を非晶質化してアモルファス合金を作製する為に用いるアモルファス合金作製装置の概略説明図である。非晶質化すべき母合金11は、石英ガラス製のシリンジ12の中に納める。なお、シリンジ12の上端部には不活性ガス導入ポート12aが設けてあり、シリンジ12の下先端にはノズル穴12bが設けてある。また、シリンジ12の外周部には、高周波誘導電気炉の高周波誘導コイル13が設置してある。さらに、ノズル穴12bの下方部には、銅製の鋳型14を配置してある。そして、上記の全ての物は、チャンバ15の中に納められている。チャンバ15には、真空引きポート16と、不活性ガス導入ポート17とが設けてある。

【0010】図2に示したアモルファス合金作製装置によっては、次の様な作業手順により鋳造作業を行って母合金11の非晶質化、すなわちアモルファス合金の作製を行う。まずは、真空引きポート16に接続されている真空ポンプ（図示しない）によって、チャンバ15内を排気して真空にする。真空排気を終了したら、チャンバ15内の圧力を負圧に保つ程度のわずかな量の不活性ガスを不活性ガス導入ポート17からチャンバ15内に導入し、チャンバ15内を負圧の不活性ガス雰囲気調整

する。チャンバ15内の圧力と雰囲気との調整が終了したら、高周波誘導コイル13に電流を流して、シリンジ12中に納めた母合金11を加熱し、融解させる。母合金11の融解を終了させたら、不活性ガス導入ポート12aから適切な圧力で適切な時間だけ不活性ガスを導入してシリンジ12内を加圧し、融解させておいた母合金11をノズル穴12bから噴射させて、鋳型14内へ鋳込む。

【0011】上述の作業手順中で、チャンバ15内を負圧の不活性ガス雰囲気調整するのは、母合金11を加熱処理する過程において、母合金11が酸化してしまうのを防止する為である。

【0012】上述の作業手順によって鋳型14内へ鋳込まれた融解状態の母合金11は、鋳型14との接触によって急速に熱を奪われて急冷され、不規則に乱れている原子配置を保持したままで一瞬にして、鋳型14のキャビティ（図示しない）と同形状に固化し、結晶構造をとらない非晶質な合金となる。すなわち、鋳型14のキャビティ（図示しない）と同形状のアモルファス合金の塊が作製される訳である。

【0013】なお、ここで、鋳型14は上述した様に銅製としているが、その理由は、銅は熱伝導性が良好であって、融解状態の母合金11から急速に熱を奪って急冷するのに適しているからである。より急速に冷却することが、不規則に乱れている原子配置を保持したままで一瞬に固化させることにつながり、アモルファス合金を作製する上ではこの急冷が重要であり、必要な条件だからである。

【0014】また、図2では示さなかったが、鋳型14を銅製にするのと同様に、より急速な冷却とする為の手段としては、鋳型14中に冷却水を通す水路を設けて、鋳型14を水冷する方法がしばしば採られている。他には、鋳型14のサイズを大きくして、鋳型14の熱容量を大きくすることも、冷却速度を速くする手段として採られていたりもする。

【0015】アモルファス合金は、以上に説明した方法により作製されている。

【0016】そして、アモルファス合金からなるアモルファス合金製部材を製造するには、以上に説明したアモルファス合金の製造方法において、鋳型14に所望としている部材の形状とは凹凸を反転させた形状のキャビティ（図示しない）を設けておいて、溶融させた母合金11を急冷鋳造する方法が採られている。

【0017】すなわち、アモルファス合金製部材の製造方法としては、結晶質の母合金11を急冷鋳造することにより非晶質のアモルファス合金とすると同時に、鋳型14のキャビティ形状を転写することにより所望の外観形状の付与が行われる。

【0018】そして、所望としているアモルファス合金製部材の形状が穴を有する場合には、鋳型14のキャビ

ティ形状の転写で外形状を得た部材に、ドリルなどの穴開け切削工具による切削加工を施して、穴が形成されている。

【0019】また、所望としているアモルファス合金製部材の形状が雌ネジ穴を有する場合には、鋳型14のキャビティ形状の転写で外形状を得た部材に、ドリルなどの穴開け切削工具による切削加工を施して下穴を形成した後に、タップなどのネジ山切削工具による切削加工を施して雌ネジ山を形成し、雌ネジ穴が形成されている。

【0020】上述のように、穴または雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材を製造する方法においては、従来技術として、母合金11を急冷鋳造してアモルファス合金とする際に鋳型14のキャビティ形状の転写によってアモルファス合金に所望の部材の外形状を付与してから、その後に、切削加工によって穴または雌ネジ穴を形成する方法がある。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、アモルファス合金は、上述したように、通常の結晶質の金属材料に比べて、高い硬度を有するという特性がある。例えば、アモルファス合金の代表例として前記したジルコニウム系アモルファス合金（組成：ジルコニウム55at%、アルミニウム10at%、ニッケル5at%、銅30at%）や、パラジウム系アモルファス合金（組成：パラジウム40at%、銅10at%、ニッケル10at%、リン20at%）などでは、ビッカース硬度でHv500以上もの硬度を有している。そして、この硬度が高いと言うことは、切削加工を困難にする要因でもある。また、アモルファス合金は切削加工が困難な難削材料でもある。

【0022】したがって、穴または雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材の製造において、前記の従来技術、すなわち母合金11を急冷鋳造してアモルファス合金とする際に鋳型14のキャビティ形状の転写によってアモルファス合金に所望の部材の外観形状を付与した後に切削加工によって穴または雌ネジ穴を形成する方法は、アモルファス合金は高い硬度を有しているが故の難削材料である為、実施するには難しい方法であるという課題を有する。

【0023】具体的には、高品質な穴または雌ネジ穴を形成する為には、どのような工具を用いたら良いか、切削速度はどのくらいにしたら良いか、どのような切削油剤を用いたら良いかなどの切削加工に関わる諸条件を最適に設定しなければならないと言った課題を有する。

【0024】切削加工中に、アモルファス合金製部材の切削部と切削工具の先端部、すなわち加工点に潤滑性を与えると同時に、加工点で生じる加工熱を冷却する役目をする切削油剤に関しては、特に慎重な条件設定が必要であり、難しい。その理由は、アモルファス合金は原子配置が不規則で結晶構造をとっていない非晶質な合金で

あるが、加熱によっては、ある温度に達すると原子配置が規則的に並んで結晶質の合金へと変化してしまうからである。

【0025】この非晶質状態から結晶質状態への変化を引き起こす温度は、再結晶温度と言う。ちなみに、アモルファス合金の代表例として前記したジルコニウム系アモルファス合金（組成：ジルコニウム55at%、アルミニウム10at%、ニッケル5at%、銅30at%）における再結晶温度は、約360℃であり、パラジウム系アモルファス合金（組成：パラジウム40at%、銅10at%、ニッケル10at%、リン20at%）における再結晶温度は、約470℃である。

【0026】したがって、アモルファス合金の切削加工においては、加工点を冷却する切削油剤に関して、慎重な条件設定が必要になる。もしも仮に、アモルファス合金部材の切削加工中に切削油剤による加工点の冷却が不十分であった場合には、アモルファス合金部材には加工熱の蓄熱が生じ、その温度が再結晶温度に達すれば、非晶質であるべきアモルファス合金部材が結晶質の合金部材になってしまうといった問題点がある。

【0027】さらに、切削工具に関する条件設定については、上述のしたような高い高度を有するアモルファス合金に対しては、それ以上に十分に硬い工具を選択しなければならないといった問題もある。また、たとえ十分な硬度を有した工具を選択したとしても、硬度の高いアモルファス合金を切削加工すると、工具先端の摩耗は激しく進行し、工具寿命が著しく短いといった問題点もある。

【0028】したがって、本発明は、かかる問題点を鑑みなされたものであり、その目的とするところは、穴または雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材の製造方法において、穴や雌ネジ穴を切削加工で形成しなくても、穴または雌ネジ穴の形成が可能なアモルファス合金製部材の製造方法を提供することにある。

【0029】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のアモルファス合金製部材の製造方法では、下記に記載の手段を採用する。

【0030】本発明のうちで請求項1に記載の発明は、他の工程によって製造された部材の少なくとも一部分を鋳型中に挿入して、前記鋳型中に挿入した一部分の周囲に母合金を鋳込むことによって、前記他の工程によって製造された部材と前記母合金を鋳造することによって得られるアモルファス合金部とを、一体の部材に形成することを特徴とする。

【0031】本発明のうちで請求項2に記載の発明は、融解したアモルファス合金の母合金を鋳型に鋳込んで急冷鋳造して穴を有するアモルファス合金製部材を製造する方法であって、鋳型中の穴位置には所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材を仕込んでおいてから、前記

中空パイプ材の周囲に母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材を鋳造し、前記中空パイプ材の中空部からなる穴をアモルファス合金製部材中に形成することを特徴とする。

【0032】本発明のうちで請求項3に記載の発明は、融解したアモルファス合金の母合金を鋳型に鋳込んで急冷鋳造して雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材を製造する方法であって、鋳型中の雌ネジ穴位置には所望の雌ネジ穴と等しい雌ネジ穴を有するナットを仕込んでおいてから、前記ナットの周囲に母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材を鋳造し、前記ナットの雌ネジ穴からなる雌ネジ穴をアモルファス合金製部材中に形成することを特徴とする。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の実施例を、図面を基に説明する。

【0034】図3は、本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法によって、製造される穴または雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材の実施例を示す要部断面図を含む説明図である。

【0035】図3(a)と図3(b)とは、穴を有するアモルファス合金製部材の実施例である。図3(a)は貫通穴18aを有するアモルファス合金製部材18であって、図3(b)は袋穴18bを有するアモルファス合金製部材18である。

【0036】図3(c)と図3(d)とは、雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材の実施例である。図3(c)は貫通雌ネジ穴18cを有するアモルファス合金製部材18であって、図3(d)は袋雌ネジ穴18dを有するアモルファス合金製部材18である。

【0037】（第一の実施例）まず、ここでは最初に、第一の実施例として、本発明のアモルファス合金製部材の製造方法により、図3(a)に示した貫通穴18aを有するアモルファス合金製部材18を製造する方法を以下に説明をする。

【0038】本発明のアモルファス合金製部材の製造方法によって、図3(a)に示した貫通穴18aを有するアモルファス合金製部材18を製造するには、鋳型中の穴位置に所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材を仕込んで置いてから、前記中空パイプ材の周囲に母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材18を鋳造して、前記中空パイプ材の中空部からなる穴をアモルファス合金製部材18中に形成する訳であるが、母合金を鋳込む事前に、鋳型中における穴位置に所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材を仕込んで置く方法については、図1を基に説明する。

【0039】図1は、本発明のアモルファス合金製部材の製造方法において、鋳型14中における穴位置に所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材19aを仕込んだ状態を示す鋳型14の分解説明図であって、図3

(a) に示した貫通穴を有するアモルファス合金製部材を製造する場合の第一の実施例である。

【0040】 鋳型14は、キャビティブロック14aとキャビティブロック14bとの二体の銅製部品からなり、二分割することが可能で、鑄造作業後に二分割することによって鑄造したアモルファス合金製部材(図示しない)を容易に取り出すことが可能な構造にしている。一方のキャビティブロック14aには雌ネジ穴20aが設けてあって、もう一方のキャビティブロック14bにはボルト穴20bが設けあり、ボルト20の着脱によっては、キャビティブロック14aとキャビティブロック14bとを一体の鋳型14に組み立てたり、二分割して分解することが可能になっている。

【0041】 なお、ここで、鋳型14を構成するキャビティブロック14aおよび14bを銅製としているのは、銅は熱伝導性が良好であって、融解状態の母合金11から急速に熱を奪って急冷するのに適しているからである。より急速に冷却することが、不規則に乱れている原子配置を保持したままで一瞬に固化させることにつながり、アモルファス合金を作製する上ではこの急冷が重要、かつ必要な条件だからである。また、図1では省略しており図示しなかったが、より急速な冷却とする為の手段として、キャビティブロック14aと14bとには冷却水を流し通す水路も設けている。

【0042】 キャビティブロック14aとキャビティブロック14bとには、それぞれに、所望のアモルファス合金製部材の外観形状を二分割して凹凸を反転させた形状の凹部、すなわちキャビティ21が設けてある。図1では、図3(a)に示した外形状が直方体のアモルファス合金製部材を製造する場合についての実施例を示している。したがって、図1におけるキャビティ21は、図3(a)に示したアモルファス合金製部材の外観形状である直方体を二分割して凹凸を反転させた形状にしている。

【0043】 また、キャビティブロック14aとキャビティブロック14bとには、それぞれに、湯口溝22aと湯口溝22bとが、対で設けてある。キャビティブロック14aとキャビティブロック14bとが一体の鋳型14に組み立てられた状態においては、湯口溝22aと湯口溝22bとが対向することによって、鋳型14の外部からキャビティ21へと連通する湯口穴22が形成される。この湯口穴22からは、図2に示したアモルファス合金作製装置によって、融解させた母合金11を鋳型14のキャビティ21内へ噴射して鑄込んで、アモルファス合金製部材を製造することになる。

【0044】 さらに、キャビティブロック14aとキャビティブロック14bとには、それぞれに、ガス抜き溝23aとガス抜き溝23bとが、対で設けてある。キャビティブロック14aとキャビティブロック14bとが一体の鋳型14に組み立てられた状態において、ガス抜き溝23aとガス抜き溝23bとが対向することによって、キャビティ21内から鋳型14の外部へと連通するガス抜き穴23が形成される。鋳型14にガス抜き穴23を設ける目的は、鑄造欠陥の発生を防止することにある。鋳型14にガス抜き穴23を設けておくと、融解させた母合金11をキャビティ21内へ鑄込んだ際に、キャビティ21内に滞留しているガスがガス抜き穴23を通り抜けてキャビティ21内からスムーズに抜け出すことができるようになる。すると、キャビティ21内への母合金11の流入もスムーズになって、キャビティ21内は母合金11で十分に満たされるようになる。その結果、鑄造欠陥の発生が防止される訳である。

【0045】 以上ここまで説明してきた上述の構成を有する鋳型14に、図2に示した構成のアモルファス合金作製装置により、融解させた母合金11を噴射して鑄込めば、キャビティ21の凹凸形状を反転して転写した外観形状が直方体のアモルファス合金製部材が鑄造される訳である。

【0046】 しかし、この第一の実施例は、図3(a)に示した貫通穴18aを有するアモルファス合金製部材を製造する場合の実施例であるので、鋳型14の構成は上述の構成には留まらず、さらには、鋳型14中における穴位置に所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材19aを仕込んでいる。

【0047】 中空パイプ材19aは以下のようにして、鋳型14中における穴位置に仕込んでいる。

【0048】 まずは、貫通穴18aと等しい内径を有する中空パイプ材19aを用意して、長さを貫通穴18aの長さと同じく切断しておく。さらには、中空パイプ材19aの中空部と嵌合する外径を有する丸棒24を用意する。なお、丸棒24の長さは、貫通穴18aの長さと同じくした中空パイプ材19aの長さよりも適度に長い物とする。

【0049】 続いて、以上で用意した中空パイプ材19aの中空部に丸棒24を挿入する。なお、このとき、丸棒24の端部24aおよび24bは、均等な長さが中空パイプ材19aの両端から突き出した状態にしておく。

【0050】 引き続きは、中空パイプ材19aを外嵌した丸棒24の端部24aおよび24bそれぞれをキャビティブロック14aに設けてある半円溝25aと25bとに、はめ込み入れる。すなわち、中空パイプ材19aを外嵌した丸棒24が、キャビティ21上で両端支持梁の状態となるようにしてセットする。また、このとき、丸棒24に外嵌してある中空パイプ材19aは、外径方向の半分をキャビティ21内に挿入させた状態にしてセットする。

【0051】 なお、ここで、キャビティブロック14aに設けてある半円溝25aおよび25bは、断面形状が半円形をしている溝である。そして、半円溝25aおよび25bの半径は、丸棒24が填め込み可能なように、

丸棒24の半径よりは僅かに大きくしてある。また、半円溝25aおよび25bは、キャビティブロック14a側の半円溝25aおよび25bと対になるようにして、もう一方のキャビティブロック14b側にも設けてある。

【0052】したがって、上述のように中空パイプ材19aを外嵌させた丸棒24をセットした状態でキャビティブロック14aと14bとを一体の鋳型14に組み立てると、丸棒24の端部24aおよび24bは、キャビティブロック14aと14bとに對設けてある半円溝25aおよび25bとによって、挟み込まれて保持されることになる。

【0053】上述のようにして鋳型14を組み立てた状態においては、中空パイプ材19aが丸棒24に外嵌した状態で、鋳型14のキャビティ21に内挿される。すなわち、中空パイプ材19aが鋳型14中に仕込まれる訳である。

【0054】なお、本発明のアモルファス合金製部材の製造方法では、中空パイプ材19aの中空部からなる穴をアモルファス合金製部材中に形成する。すなわち、中空パイプ材19aの中空部を利用した穴をアモルファス合金製部材中に形成する訳である。したがって、中空パイプ材19aを鋳型14中に仕込むにあたっては、鋳型14のキャビティ21内の然るべき位置に中空パイプ材19aを仕込まなければならない。然るべき位置とは、製造するアモルファス合金製部材の穴位置に相当するキャビティ21内における穴位置である。

【0055】よって、キャビティ21内での中空パイプ材19aの位置を決定付ける半円溝25aおよび25bについては、上記の然るべき位置に中空パイプ材19aを仕込める位置に、キャビティブロック14a上および14b上で適宜決定されている。

【0056】以上の説明のようにして、キャビティ21内の穴位置に相当する位置に所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材19aを仕込んでおいて組み立てた鋳型14へ、図2に示した構成のアモルファス合金作製装置によって、融解させた母合金11を噴射して鋳込めば、キャビティ21内に仕込んだ中空パイプ材19aを包み込むようにして、中空パイプ材19aの周囲に母合金11が流れ込み、アモルファス合金製部材が鋳造される訳である。

【0057】ちなみに、本実施例に用いた母合金11は、ジルコニウム55at%、アルミニウム10at%、ニッケル5at%、銅30at%の組成からなるジルコニウム系結晶質合金であって、鋳造後に得られるアモルファス合金は同組成のジルコニウム系アモルファス合金である。但し、母合金11については、本実施例に用いた組成のジルコニウム系結晶質合金に限らず、鋳造した後にアモルファス合金に成り得る組成の合金であれば他組成の合金であっても構わない。

【0058】また、本実施例における中空パイプ材19aは、市販のステンレス製の中空パイプ材である。

【0059】なお、本実施例における中空パイプ材19aの外周側面は単なる滑らかな円筒側面としている。しかし、中空パイプ材19aの外周側面単なる滑らかな円筒側面に限定される訳ではない。例えば、中空パイプ材19aの円筒側面に溝を設けたり、表面粗さを荒らしたりするなどして、表面に凹凸形状を付与しても良い。この場合には、中空パイプ材19aの円筒表面に付与しておいた凹凸形状の凹部に母合金11の鋳造により形成されるアモルファス合金が入り込むことによって、アンカー効果が発揮され、中空パイプ材19aとアモルファス合金部との接合部の接合強度を高めることができる。

【0060】またさらに、本実施例において、母合金11を鋳型14へ鋳込む為に用いたアモルファス合金作製装置は、日新技研株式会社製の非晶質金属作製装置(型式:NEV-A1型)であり、同装置は図2に示したアモルファス合金作製装置と同様の構成を有する装置である。

【0061】同装置による鋳造作業は、次の様な手順に従って行う。まずは、真空引きポート16に接続されている真空ポンプ(図2には示していない)によって、チャンバ15内を真空排気する。次に、チャンバ15内が負圧に保つ程度に、僅かな量のアルゴンガスを不活性ガス導入ポート17からチャンバ15内に導入し、チャンバ15内を負圧の不活性ガス雰囲気調整する。次に、高周波誘導コイル13に電流を流して、シリンジ12中に納めてある母合金11すなわち上記組成のジルコニウム系結晶質合金を融点以上の1000℃までに加熱し、融解させる。母合金11が全体的に均一に融解したならば、高周波誘導コイル13への電流供給を停止して、母合金11の加熱を停止する。その後、そのままの状態、融解させた母合金11の温度が900℃に下がるまで数秒間待つ。そして、融解状態の母合金11の温度が900℃になった瞬間に、不活性ガス導入ポート12aから0.6Kgf/平方センチメートルの圧力でアルゴンガスを導入してシリンジ12内を加圧し、融解させておいた母合金11をノズル穴12bから噴射させて鋳型14内へ鋳込む。なお、ここで、母合金11の温度を検出方法としては、母合金11の加熱融解状態が目視で確認できるようにチャンバ15に設けられている覗き窓(図2には示していない)越しに、非接触型の放射温度計を用いて、母合金11の温度測定をしている。

【0062】母合金11を鋳込んだ後には、ボルト20を取り外し、鋳型14を分解することによって、鋳造物すなわち鋳造されたアモルファス合金製部材を鋳型14から取り出すことができる。なお、ここで、鋳型14から取り出したばかりのアモルファス合金製部材を図4に示す。図4に示したように、鋳型14から取り出したばかりのアモルファス合金製部材18は、所望の穴位置に



所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材19aと、中空パイプ材19aの中空部に挿入された状態の丸棒24とを内包している状態にある。

【0063】そこで、中空パイプ材19aに挿入されている丸棒24については、中空パイプ材19aから抜き取って、取り外す。すると、所望の位置に、所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材19aを内包しただけのアモルファス合金製部材18が得られる。すなわち、所望の位置に、中空パイプ材19aの中空部からなる所望内径の貫通穴18aが設けられたアモルファス合金製部材18が得られる訳である。

【0064】なお、アモルファス合金製部材18の外観形状は、キャビティ21の凹凸形状を反転して転写した結果の形状が得られる。しかしながら、図4にも示したように、鋳型14から取り出した時点では、鋳型14の湯口穴22の部分およびガス抜き穴23の部分によって、形成された不要部26が付属している。したがって、この不要部26については、後工程において切り落とし除去することは言うまでもない。なお、上述したように、アモルファス合金は高い硬度を有しており、切削加工が困難な材料である。よって、後工程において不要部26を切り落として除去する方法としては、アモルファス合金以上の高硬度を有するダイヤモンド砥粒の薄刃回転砥石による研削切断加工が有効である。また、このダイヤモンド砥粒薄刃回転砥石による研削切断加工においても、加工熱の蓄熱によっては加工部近傍が再結晶温度までに昇温して、アモルファス合金が結晶化してしまわないように十分な注意を払うことは言うまでもない。加工部近傍には、十分に研削液をかけて冷却しながら、湿式の研削切断加工を行う。

【0065】斯くして、この第一の実施例においては、図3(a)に示した貫通穴18aを有するアモルファス合金製部材18が製造される訳である。

【0066】また、上述した第一の実施例においては、中空パイプ材19aの長さは、貫通穴18aの長さ、あらかじめ等しくしておいたが、貫通穴18aの長さよりも長くしておいても構わない。その場合には、後工程で不要部26を切り落とすと同様に、中空パイプ材19aも切り落として、所望の長さに揃えられることになる。

【0067】(第二の実施例) 次には、第二の実施例として、本発明のアモルファス合金製部材の製造方法によって、図3(c)に示した貫通雌ネジ穴18cを有するアモルファス合金製部材18を製造する方法を以下に説明をする。図3(c)に示した貫通雌ネジ穴18cを有するアモルファス合金製部材18は、上述した第一の実施例と同様の方法により、製造することができる。鋳型14中の雌ネジ穴位置に、所望の貫通雌ネジ穴18cと等しい雌ネジ穴を有するナット19cを仕込んでおいてから、ナット19cの周囲に母合金を鋳込んでアモル

ファス合金製部材18を鋳造すれば、図3(c)に示した貫通雌ネジ穴18cを有するアモルファス合金製部材18は製造可能である。すなわち、図1における中空パイプ材19aを所望の貫通雌ネジ穴18cと等しい雌ネジ穴を有するナット19cに置き換えれば、図3(c)に示した貫通雌ネジ穴18cを有するアモルファス合金製部材18が製造できる訳である。ちなみに、本実施例におけるナット19cには、ステンレス製のナットを用いている。

【0068】(第三の実施例) 次には、第三の実施例として、本発明のアモルファス合金製部材の製造方法によって、図3(b)に示した袋穴18bを有するアモルファス合金製部材18を製造する方法を以下に説明をする。図3(b)に示した袋穴18bを有するアモルファス合金製部材18もまた、上述した第一の実施例と同様の方法によって製造することができる。鋳型14中の袋穴位置に、所望の袋穴18bと等しい内径と深さの穴を有する袋状パイプ材19bを仕込んでおいてから、袋状パイプ材19bの周囲に母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材18を鋳造すれば、図3(b)に示した袋穴18bを有するアモルファス合金製部材18は製造可能である。すなわち、図1における中空パイプ材19aを所望の袋穴18bと等しい内径と深さの穴を有する袋状パイプ材19bに置き換えれば、図3(b)に示した袋穴18bを有するアモルファス合金製部材18が製造できる訳である。

【0069】なお、第一の実施例では、図1に示したように、中空パイプ材19aをキャビティ21上に両端支持梁の状態にセットする。しかし、この第三の実施例において袋状パイプ材19bと称した物は、第一の実施例における中空パイプ材19aの両端にある中空開口部のうち一方の中空開口部を封止した形状の中空パイプ材である。したがって、この第三の実施例で鋳型14中に、袋状パイプ材19bを仕込む時には、キャビティ21上に袋状パイプ材19bを片持ち梁の状態にセットすることになる。ちなみに、本実施例における袋状パイプ材19bには、ステンレス製の袋状パイプ材を用いている。

【0070】(第四の実施例) 次には、第四の実施例として、本発明のアモルファス合金製部材の製造方法によって、図3(d)に示した袋雌ネジ穴18dを有するアモルファス合金製部材18を製造する方法を以下に説明をする。図3(d)に示した袋雌ネジ穴18dを有するアモルファス合金製部材18もまた、上述した第一の実施例と同様の方法によって製造することができる。鋳型14中の袋穴位置に、所望の袋雌ネジ穴18dと等しい雌ネジ山と深さの雌ネジ穴を有する袋状ナット19dを仕込んでおいてから、袋状ナット19dの周囲に母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材18を鋳造すれば、図3(d)に示した袋雌ネジ穴18dを有するアモルファス合金製部材18は製造可能である。すなわち、図1

における中空パイプ材19aを所望の袋雌ネジ穴18dと等しい雌ネジ山と深さの雌ネジ穴を有する袋状ナット19dに置き換えれば、図3(d)に示した袋雌ネジ穴18dを有するアモルファス合金製部材18が製造できる訳である。

【0071】なお、この第四の実施例で鋳型14中に、袋状ナット19dを仕込む時には、第三の実施例と同様に、キャビティ21上に袋状ナット19dを片持ち梁の状態にセットすることになる。

【0072】ちなみに、本実施例における袋状ナット19dには、ステンレス製の袋状ナットを用いている。

【0073】以上、ここまでには、図3に示した穴または雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材が、本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法によって、製造可能であることを説明してきた。

【0074】(第五の実施例)しかし、本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法によって製造が可能なのは、図3に示した外観形状が単純な直方体のアモルファス合金製部材に限定される訳ではない。あらゆる複雑な外観形状をしたアモルファス合金製部材の製造も可能である。

【0075】そこで、以下には、本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法によって製造可能なアモルファス合金製部材であり、なおかつ図3に示した実施例よりも複雑な外観形状を有した二つの実施例を、第五の実施例として示しておく。

【0076】図5は、本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法によって製造した腕時計用の外装部材を示す説明図である。図5(a)はアモルファス合金から成るアモルファス合金製腕時計ケース27であり、図5(b)はアモルファス合金から成るアモルファス合金製腕時計用バンド駒28である。

【0077】図5(a)に示したアモルファス合金製腕時計ケース27においては、竜頭軸(図示しない)を通すための竜頭穴29と、バンド(図示しない)を取り付けるためのバンド取り付け穴30とをステンレス製の中空パイプ材19aによって形成している。さらには、裏蓋(図示しない)を取り付けるための裏蓋用雌ネジ穴31をステンレス製のナット19cによって形成している。

【0078】図5(b)に示したアモルファス合金製腕時計用バンド駒28においては、複数のアモルファス合金製腕時計用バンド駒28を連結して、腕時計用バンドとして組み立てる際に、ピン(図示しない)を通すためのピン穴32をステンレス製の中空パイプ材19aによって形成している。

【0079】(第六の実施例)以上、ここまで説明した第一、第二、第三、第四、第五の実施例では、他の工程によって製造されたステンレス製の部材を鋳型中に仕込んでおいてから、前記部材の周囲へ母合金を鋳込むこ

とによつては、前記部材と前記母合金を鋳造することによつて得られるアモルファス合金部とを、一体の部材に形成する実施例を説明してきた。しかし、本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法によつて、鋳型中に仕込んでおく他の工程によつて製造された部材は、ステンレス製ばかりに限定される訳ではない。鋳型中に仕込んでおく他の工程によつて製造された部材の材質としては、母合金の鋳造温度に耐えうる材質であれば、ステンレス以外の金属でも構わないし、セラミックスなどでも構わない。場合によつては、最終的に製造される部材に均一組成が望まれるならば、鋳造する母合金と同一組成の結晶質合金、あるいは母合金を鋳造することによつて得られるアモルファス合金であっても一向に構わない。

【0080】そこで、次には、鋳型中に仕込んでおく他の工程によつて製造された部材がステンレス以外の他の材質である場合を第六の実施例として示す。

【0081】図6は、本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法において、鋳型中に仕込んでおく他の工程によつて製造された部材が、ステンレス以外の他の材質である場合の第六の実施例を示す説明図である。

【0082】具体的には、図6(a)は、本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法において、他の工程によつて製造された軸受け用合金製の中空パイプ材19aを鋳型中に仕込んでおいてから、軸受け用合金製の中空パイプ材19aの周囲に、母合金を鋳込むことによつて製造したアモルファス合金製回転軸受け部材33である。図6(a)に示したアモルファス合金製回転軸受け部材33は、矢印A方向に回転する回転軸34を保持する部材であるが、回転軸34との嵌合穴35を軸受け用合金製の中空パイプ材19aによって形成している。

【0083】図6(b)は、本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法において、他の工程によつて製造された軸受け用合金製の溝付きブロック36を鋳型中に仕込んでおいてから、溝付きブロック36の溝部37を除く周囲に、母合金を鋳込むことによつて製造したアモルファス合金製摺動部材38である。図6(b)に示したアモルファス合金製摺動部材38は、軌道レール39上を矢印B方向に摺動する部材であるが、軌道レール39との接触面40を軸受け用合金製の溝付きブロック36によって形成している。

【0084】

【発明の効果】以上の説明で明かなように、本発明におけるアモルファス合金製部材の製造方法は、他の工程によつて製造された部材の少なくとも一部分を鋳型中に挿入し、前記鋳型中に挿入した前記部材の一部分の周囲へ母合金を鋳込むことによつては、前記他の工程によつて製造された部材と前記母合金を鋳造することによつて得られるアモルファス合金部とを、一体の部材に形成する。

【0085】また、本発明におけるアモルファス合金製

部材の製造方法は、穴を有するアモルファス合金製部材を製造する方法において、鋳型中の穴位置には所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材を仕込んでおいてから、前記中空パイプ材の周囲に母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材を鋳造して、前記中空パイプ材の中空部からなる穴をアモルファス合金製部材中に形成する。

【0086】あるいは、本発明におけるアモルファス合金製部材の製造方法は、雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材を製造する方法において、鋳型中の雌ネジ穴位置には所望の雌ネジ穴と等しい雌ネジ穴を有するナットを仕込んでおいてから、前記ナットの周囲に母合金を鋳込んでアモルファス合金製部材を鋳造して、前記ナットの雌ネジ穴からなる雌ネジ穴をアモルファス合金製部材中に形成する。

【0087】したがって、本発明におけるアモルファス合金製部材の製造方法によれば、穴または雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材の製造方法において、穴や雌ネジ穴を切削加工で形成しなくても、穴または雌ネジ穴の形成が可能なアモルファス合金製部材の製造方法を提供することができる。

【0088】ひいては、非晶質であるが故に、耐食性に優れて、なおかつ高い硬度と高い強度とを有するアモルファス合金製の部材において、穴または雌ネジ穴を有する部材を提供することができる。具体例としては、耐食性に優れ、傷付き難くて、堅固な第五の実施例に示したアモルファス合金製腕時計ケースや、アモルファス合金製腕時計用バンドなどを提供することができる。

【0089】さらには、他の工程によって製造された部材が有する優れた特性とアモルファス合金が有する優れた特性とを合わせ持った部材の製造方法を提供することができる。

【0090】ひいては、他の工程によって製造された部材が有する優れた特性とアモルファス合金が有する優れた特性とを合わせ持った新規部材を提供することができる。具体例としては、耐食性に優れ、傷付き難くて、堅固な第六の実施例に示したアモルファス合金製回転軸受

け部材や、アモルファス合金製摺動部材などを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法において、鋳型中における穴位置に所望の穴と等しい内径を有する中空パイプ材を仕込んだ状態を示す鋳型の分解説明図である。

【図2】結晶質の母合金を非晶質化してアモルファス合金を作製する為に用いるアモルファス合金作製装置の概略説明図である。

【図3】本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法によって、製造される穴または雌ネジ穴を有するアモルファス合金製部材の実施例を示す要部断面図を含む説明図である。

【図4】本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法の実施例において、鋳型から取り出したばかりのアモルファス合金製部材を示す説明図である。

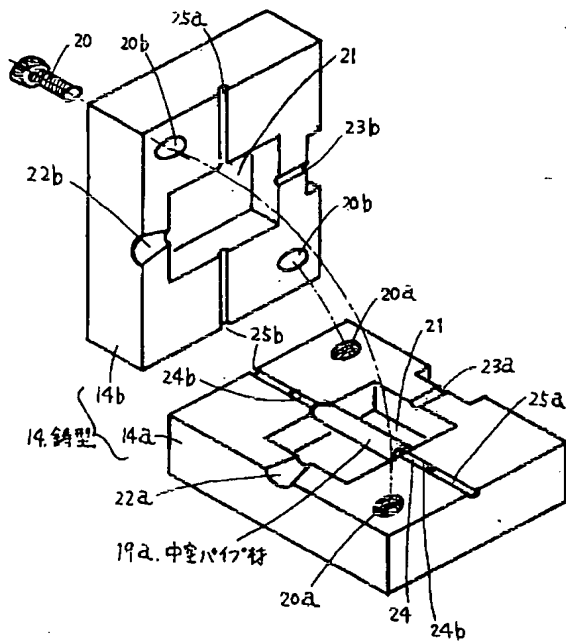
【図5】本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法によって製造したアモルファス合金製腕時計用外装部材を示す説明図である。

【図6】本発明によるアモルファス合金製部材の製造方法によって製造したアモルファス合金製回転軸受け部材およびアモルファス合金製摺動部材を示す説明図である。

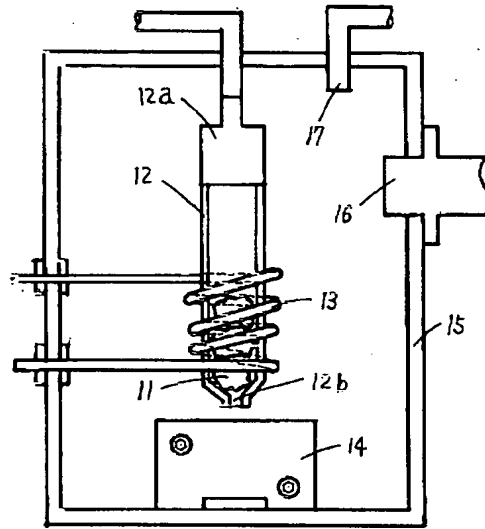
#### 【符号の説明】

- 11 母合金
- 14 鋳型
- 18 アモルファス合金製部材
- 18a 貫通穴
- 18b 袋穴
- 18c 貫通雌ネジ穴
- 18d 袋雌ネジ穴
- 19a 中空パイプ材
- 19b 袋状パイプ材
- 19c ナット
- 19d 袋状ナット

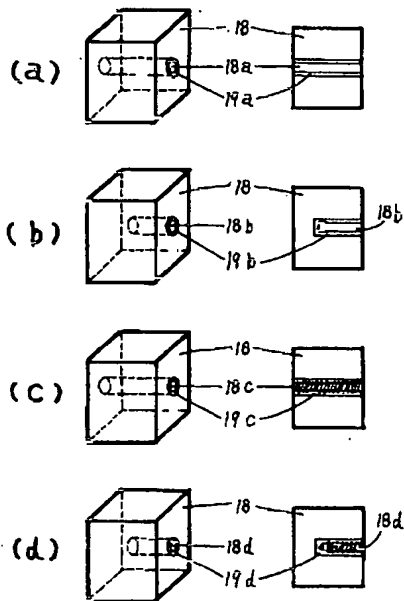
【図1】



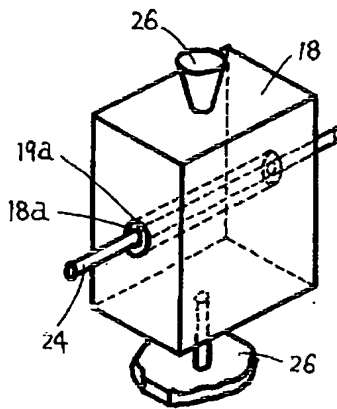
【図2】



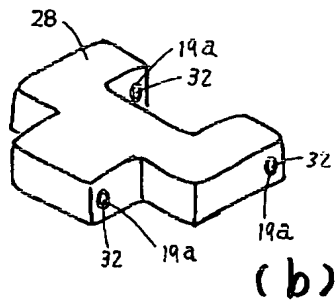
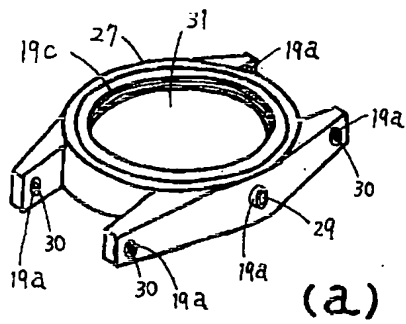
【図3】



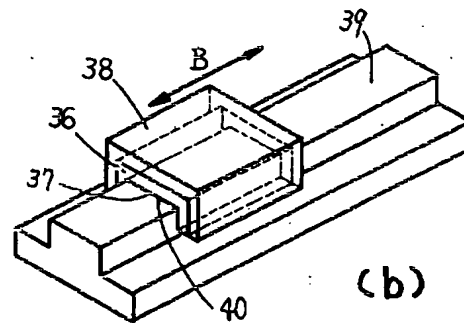
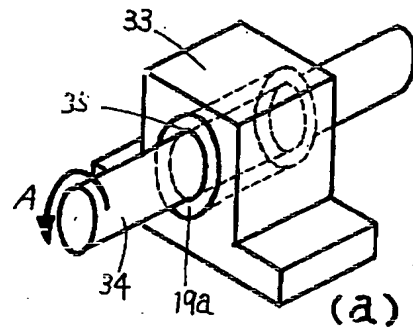
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

(参考)

B 2 2 D 19/00

B 2 2 D 19/00

Z

19/08

19/08

C

23/00

23/00

E

F 1 6 B 37/00

F 1 6 B 37/00

X

(72)発明者 佐藤 雅浩

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内